

科学技術 トピックス

以下は科学技術専門家ネットワークにおける専門調査員の投稿（3月号は2004年1月31日より2月27日まで）を中心に「科学技術トピックス」としてまとめたものです。センターにおいて、関連する複数の投稿をまとめ、また必要な情報を付加する等独自に編集するため、原則として投稿者の氏名は掲載いたしません。ただし、投稿をそのまま掲載する場合は、投稿者のご了解を得て、記名により掲載しています。

ライフサイエンス分野

① ミツバチゲノムのドラフト配列が決定された

米国国立衛生研究所 (NIH) に属する国立ヒトゲノム研究所 (NHGRI) は、ミツバチゲノムのドラフト配列を公的データベースに登録したと1月7日に発表した。ミツバチゲノムはヒトゲノムの1/10のサイズの約3億塩基 (270Mb) で構成されている。ミツバチゲノム解析プロジェクトは2003年初頭に開始され、NHGRIはこのプロジェクトに690万ドル、米国農務省は75万ドルを出資した。

ミツバチは、農業にとって重要な生物であるだけでなく、人の医療や行動を研究する上でのモデル生物でもある。今回の成果は、具体的には免疫応答、精神、老化などの健康改善に関する研究の進展に大きく貢献すると考えられる。また、多くのミツバチ由来の物質を、健康食品として利用している食品産業等にも大きな意味を持つと考えられる。

生物学者はミツバチの社会的な本能や行動を遺伝子レベルで解析することに関心をもち、他の生物のゲノムと比較して、未知の遺伝子やDNAの制御領域を発見したいと考えている。また、既にゲ

ノム解析が進められている他の昆虫、ショウジョウバエや蚊などとのゲノム比較によって、昆虫進化の解明の研究も今後進むことが期待される。

近年、米国南部では南米から導入した性質が猛猛なアフリカミツバチが集団で人を襲うといった被害が出ており、アフリカミツバチ種とミツバチ（西洋種）の交配も確認されている。今回の成果を利用して両種のDNA配列比較を行なうことで、アフリカミツバチに対する防御策検討に役立つ可能性もある。

(参考：NIH News, 1月7日号)

② ES細胞の自己増殖機構の解明に向けた報告

ES細胞は発生生物学や再生医療において重要であるにもかかわらず、ES細胞が自己増殖する際の分子メカニズムについてはあまりよくわかっていない。また、ES細胞の継代培養は、細胞自体が分化しやすいために非常に難しい。

従来、ES細胞を未分化な状態で維持しながら増やすには、マウス由来のフィーダー細胞^①が用いられて来た。しかし、この方法では、ヒトES細胞^②を培養する場合、マウス細胞やマウスタンパク質など

用語説明

①フィーダー細胞

ES細胞の培養に用いられ、ES細胞の増殖に必要な栄養分や増殖因子の補給などを行なう。また、ES細胞が増殖する際の足場になる。

②ヒトES細胞

受精後約5日目の胚盤胞期の受精卵の内部細胞塊に由来する細胞。あらゆる細胞に変化する性質をもつ。

が混入する恐れがある。そこで、これを避けるためにフィーダー細胞を使わない培養方法の研究が進められている。

こうした中、ロックフェラー大学のSato博士らは、薬剤 BIO (6-bromindirubin-3'-oxime) はグリコーゲンシンターゼキナーゼ3 (GSK-3) を阻害して、形態形成に関与する Wnt シグナル伝達系に作用した結果、ヒトES細胞は未分化のまま細胞分裂を続けられることを明らかにした。さらに、BIOを除去すると、ES細胞は様々な細胞に分化することを見出した (Nature Medicine 10 (1): 55-63, 2004)。

この発見は、ES細胞が自己増殖する機構を分子レベルで正確に知る道を開き、こうした機構の解明が、再生医療用のES細胞を安定に供給する上で非常に重要と言え

る。これらの結果は、BIO の様な GSK - 3 特異的阻害剤が、再生医学において実際に利用されることを示唆するものであり、今後の研究進展が注目される。

(ワイエス研究所 上田正次氏)

③ NIH2005 年度予算が大統領予算教書で示された

2004 年 2 月 2 日、米国 2005 会計年度 (2004 年 10 月から 2005 年 9 月) の大統領予算教書が公表された。研究開発予算は、前年比の 4.7% 増の 1,319 億ドルとなった。内訳は、開発予算が 717 億ドル (前年比 7.7% 増)、基礎研究費が 268 億ドル (前年比 0.6% 増)、応用研究が 285 億ドル (前年比 0.5% 増) である。

そのうち、国立衛生研究所 (NIH) の 2005 年度予算は、288 億ドル (前年比 2.6% 増) である。NIH 傘下の 27 研究所のうち、NCI (国立がん研究所)、NIAID (国立アレルギー感染症研究所)、NHLBI (心臓、肺及び血液研究所) の予算額が他の研究所と比較して大きい (全研究所予算に対して占める割合: NCI 17 %, NIAID 16 %, NHLBI 10%)。

優先事項として挙げられているのは、NIH が 2003 年 9 月に発表した「生物医学研究推進に向けた戦略—NIH 医学研究ロードマップ—」の推進、対バイオテロ研究 (Biodefense Research)、感染症研究、肥満をはじめとする慢性疾患の研究である。

NIH 医学研究ロードマップの 2004 年度の予算は 1.28 億ドルであったが、2005 年度予算では 2.37 億ドルに増加した。その内訳は、①新しい知識の創生や研究を推進するための基盤となる「道具箱 (新規テクノロジーやデータベースを含む)」の作成に焦点を置いた「New Pathways to Discovery」に 1.37 億ドル、②学際的な領域

におけるチーム研究を推進する「Multidisciplinary Research Teams of the Future」に 0.39 億ドル、③研究室の成果から臨床現場への速やかなトランスレーショナルリサーチの実現を図る「Re-engineering the Clinical Research Enterprise」に 0.61 億ドルとなっている。

対バイオテロ研究 (Biodefense Research) については、2001 年の秋以降、NIAID が中心的な役割を果たしており、予算は継続的に増加を示している。

また、タイプ 2 型糖尿病、脂肪肝、心臓疾患などの肥満が原因で発症する疾患が増加していることから、肥満研究にも焦点が当てられることになった。肥満研究タスクフォースが結成され、NIH 横断型の研究プログラムが実施される (0.22 億ドル)。

(参考: AAAS, “NIH ‘Soft Landing’ Turns Hard in 2005”, Feb. 20, 2004)

情報通信分野

① 米国における知的財産権訴求の試験・研究使用の例外範囲の縮小の影響—知的財産権の保護と円滑な研究活動はどこで両立すべきか—

最近米国では、研究目的で知的財産権を使用する場合でも、大学がビジネスを目指していると認められる場合は、その知的財産権の使用許諾を受けなければならないケースが出てきており、今年 2 月シアトルにて開かれた全米科学振興協会 (AAAS: American Association for the Advancement of Science) の年次総会においても、知的財産権の過度な保護が科学研究発展の阻害要因として懸念が表明された。

そのケースとして「Madey 対 Duke 大学の係争」が注目されている。元 Duke 大学 Madey 教授が所有する特許を使用した装置 (電子銃) を、Madey が退職後も Duke 大が使用していたため、Madey がこの装置の使用差し止めを求めて提訴したものである。Duke 大は、「試験・研究使用の例外 (Experimental Use of Exemption)」に当たるとして主張したが、2003 年 6 月、最高裁は Duke 大の訴えを棄却した。

産学連携の進んでいる米国では、大学が研究を業務 (ビジネス) していると思われ、知的財産権の訴求免除が適用されない例が出現している。この判例を厳しく捉えると、研究発展が阻害される危険性があり、AAAS の会合では「研究は例外」規程の範囲のガイドラインを早急に

作らないと研究現場が混乱するとの議論があった。例えば、①連邦政府の資金により行う研究でパイドール法を適用しないケースを非商用研究とし、企業との共同研究は商用研究と定義し、商用研究には「研究は例外」の範囲外とする、②研究はとりあえず開始し、それが商用研究となった段階で、知的財産権を考慮する (Infringe and Pay later) などが、ガイドラインとして検討されている。AAAS では、昨年 4 月にもこの問題についてワークショップが開かれており、今後もこの問題に関して、継続した検討とデータの蓄積が図られていく予定である。

日本では、特許法第 69 条 1 項に、試験・研究では特許権の効力が及ばないと明記されている。しかし、米国での「試験・研究的使用の例外」

範囲の縮小の影響を受けることも考えられ、知的財産権の保護と円滑な研究活動の両立をどのように図るか各方面からの検討が必要であろう。

②国際競争力を維持する 日本企業の半導体微細 加工技術

—Microlithography 2004
(Santa Clara)” 国際学
会から—

去る2月22～27日、SPIE (The International Society for Optical Engineering / USA) が主催する国際会議“Microlithography 2004”が、米国西海岸のシリコンバレーの中央に位置する Santa Clara 市の Convention Center にて開催された。本会議は、1976年以來毎年開催されており、今回は第29回目である。ここでは、常に半導体の微細加工分野の最先端技術が競って発表されて来っており、露光線源から露光材料にいたるリソグラフィ技術の全体を包括的にカバーし、かつ、展示会も併催されるため、学界から産業界にいたる広いスペクトルレンジで市場を含めた産業技術動向の全体を把握できる注目すべき学会である。

今回の参加者総数は、展示会参加者を含めて昨年より5%増

の4,100名に昇った。そのうち学会参加総数は2,500名、総発表件数は766件であり、招待講演を含む口頭発表が365件、ポスター発表401件であった。これらの発表が① Emerging Lithographic Technologies, ② Metrology, Inspection, and Process Control, ③ Advances in Resist Technology and Processing, ④ Optical Microlithography, ⑤ Data Analysis and Modeling の5個のセッションに分かれ、5日間に渡って熱心な討議が重ねられた。

今回の注目発表は、④の Optical Microlithography のセッションで競って発表された(株)ニコン、(株)ASML社(オランダ)、および、(株)キヤノンの露光装置である。これは、波長193nmのArF(アルゴン・フロライド)エキシマレーザを用いた光リソグラフィ装置の液浸技術による加工性能エンハンスメントに関するものである。液浸技術とは、フォトレジストを塗布したシリコンウエファと縮小投影レンズの先端部分の空間に純水を満たし、純水の屈折率1.4だけ光学系の解像度を向上させる技術である。この技術は、当初、現実性に疑問が持たれていたが、気泡の処理ノウハウなど地味な Engineering が重ねられ今回の発表にあったような本命技術とし

ての信用を得るに至っている。

ArFレーザを用いた露光装置は、ITRS (International Technology Roadmap for Semiconductors) 上でもともと線幅90nm加工を目標に開発されて来たが、液浸技術やこれまで開発されてきた位相シフトマスク技術など他の解像度向上技術；RET (Resolution Enhancement Technology) と合わせて、45nmはもとより、32nmまで加工可能であるという見通しが立てられた。その結果、ドライのArF装置を液浸技術を用いることで延命させることが可能となり、大幅な開発コスト削減が実現しそうである。このため、32nm以下の候補であった波長157nmのF2(フッ素)レーザを光源とする露光装置の開発は先送りとなり、さらに短い波長の13.5nmのEUV (Extreme Ultra-Violet) 光を光源とする露光装置と技術選択競争がなされる状況となった。半導体微細加工装置の市場シェアは、(株)ニコン、(株)ASML社(オランダ)、(株)キヤノンの3社がトップ集団にあり、他を寄せ付けていない。これら3社の間で抜きつ抜かれつの熾烈なトップ争いを展開しているが、依然として、前記、日本の2社がこの分野における強力な国際競争力を維持している。

ナノテク・材料分野

①韓国と台湾で相次いで共 同利用型ナノテクノロジー 研究施設がオープン

韓国と台湾の大学敷地内に、外部研究者も利用できる共同利用型の最新ナノテクノロジー研究施設が、相次いでオープンする予定である。

韓国テジョン市にある国立先

端科学技術大学院大学 KAIST (Korea Advanced Institute of Science and Technology: 韓国を代表する研究型大学院大学) では、ナノファブセンター (National Nanofab Center) を建設中であり2004年末にオープンする。建物は、SoC (システムLSI) 設計棟とクリーンルーム棟から成る。後者は2つのクリーンルームから成り (クリーンルーム面積: 計

4,000m²)、そのうちの1つは、8インチのシリコンウエハ用のもので、半導体微細加工技術を研究するとともに、SoC設計棟での成果の試作を行なう。もう1つのクリーンルームは、バイオテクノロジーや情報通信技術等とナノテクノロジーとの融合を図るためのもので、新領域の産学官連携研究を進める。これらの施設では、国内外の他大学、研究機関、産業界の利

用を有償で受け付ける。予算規模としては、2002～2010年の間に計300億円程度が投入され、出資元内訳は、政府41%、地方自治体13%、KAISTおよび他の機関24%、産業界5%、残りは運営収入である。一方、支出内訳は、建設費7%、設備費40%、維持管理費40%、その他38%という予定になっている。

一方、台湾の新竹（シンチュウ）にある国立交通大学（National Chiao Tung University：台湾最大の科学技術大学）の敷地内では、以前から国立応用技術研究所（National Applied Research Laboratories）が運営し、国内の科学技術系大学が共同利用するナ

ノデバイス研究所（National Nano Device Laboratories（NDL））という6インチウエハ用の半導体デバイス研究設備が運営されている。新たに8インチ用の新棟（クリーンルーム面積：3,300m²）が2003年中に建設を終え、現在は内部設備をインストール中である。NDLはほぼ100%政府出資の機関であるが、プロジェクト研究の形で国内外からのアクセスが可能な機関である。これまでの6インチ設備は140名以上の専任スタッフを有する極めて管理の行き届いた施設である。2003年までの実績として、約50のトレーニングコース、約10億円相当の大学向けファウンドリ（試作）サービス、共同研究163件、

74の論文発表を挙げており、特に半導体デバイス技術者として即戦力となる人材の供給という意味において、台湾産業界へ大きな貢献を果たしてきた。8インチの新設備も、同様の管理体制のもとで運営されることになっている。

研究と教育を意図する最新設備の共同利用施設が、大学の敷地内でどのように発展していくか、今後の研究成果が注目される。両施設とも、最新のナノファブセンターが外部の研究者も利用できるという点で、日本の大学には例が無いタイプの施設である。今後、日本の各研究機関もコラボレーションを検討する余地があろう。

エネルギー分野

① エタノールからの新たな水素生成技術

水素燃料生成に関して様々な方面で研究開発が進められている。このほどミネソタ大学の研究チームは、トウモロコシを原料としたエタノールからの水素生成に成功したと発表した。

従来のエタノールからの水素生成法は、大規模な精製設備と多量の化石燃料が必要とする。一方、同研究チームが試作した水素生成装置は管や電線で構成され単純な構成となっており、しかも高さ約60センチと小型である。この装置は水素生成に用いるのがほとんどエタノールだけであり、従来の手

法に比べはるかに安いコストで水素を生成できる。

同研究チームはエタノールを水素に転換するプロセスで、エタノールの発火を抑えるために、少量の水を加えた。通常、エタノール1分子から生成される水素分子は3個だけであるが、水を加えたために水素分子4個が得られた。水分子に含まれる水素原子を勘案すると、理論上はエタノール1分子に対して5個の水素分子を得られるという。

将来、トウモロコシから生成されたエタノールを、この装置で水素に転換して燃料電池で発電するシステムが実現すれば、個人用の水素燃料電池が普及するだろう。また、この技術により水素燃料ス

タンドにおいて水素が容易に生成できるようになれば、水素燃料電池車の普及にも貢献することになるだろう。

この新しい装置は従来の水素生成装置よりコンパクトになったといっても、現在の形状ではまだ社会の中へ適応させるには問題があり、また、将来の普及を考えると原料となるトウモロコシの供給量に懸念がある。しかし、今回の装置の開発は、野菜や植物や植物性のゴミなどを効率よくエネルギーに変換する可能性が開けてきたことを意味しており、今後の取り組みが期待される。

（参考：Science Vol 303, Issue 5660, 993 - 997, 2004年2月13日）

.....